

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-288512

(43)Date of publication of application : 04.11.1997

(51)Int.Cl. G05B 23/02  
G05B 23/02  
G05B 23/02  
G08B 23/00  
G21D 3/00

(21)Application number : 08-100049

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.04.1996

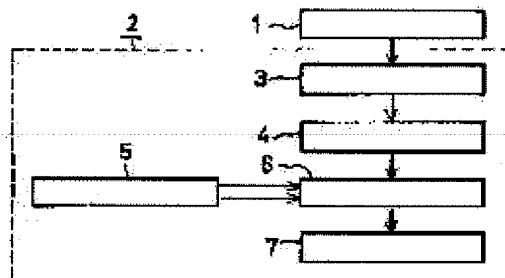
(72)Inventor : YOSHIDA MEGUMI  
SAKAMA IWAO

## (54) PLANT STATE VISUALIZED SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect the minor abnormality occurrence event even in an operation situation where an abnormality alarm is not generated, to supply a process state corresponding to the situation and to support the situation judgment of an operator by providing a specified abnormality judgment processing part, a knowledge data base and a transmission route estimation part.

**SOLUTION:** An input processing part 3 inputs an observation signal in a plant 1. The abnormality judgment processing part 4 periodically judges whether the observation signal is deviated from a plan value or not. The knowledge data base 5 stores a constant causal relation between the observation signals and information whether the causal relation is the relation through the characteristics of various control systems and interlock in the plant 1 and the various units single bodies constituting the plant 1 or not. The transmission route estimation part 6 estimates an abnormal transmission route by using stored causal relation information when the observation signal is judged to be deviated from the plan value. A state display part 7 displays the estimated transmission route on a display means.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-288512

(43)公開日 平成9年(1997)11月4日

| (51)Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I           | 技術表示箇所  |
|--------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| G 0 5 B 23/02            |       | 0360-3H | G 0 5 B 23/02 | V       |
|                          |       | 0360-3H |               | X       |
|                          | 3 0 1 | 0360-3H |               | 3 0 1 Y |
|                          | 3 0 2 | 0360-3H |               | 3 0 2 V |
| G 0 8 B 23/00            | 5 1 0 |         | G 0 8 B 23/00 | 5 1 0 E |

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-100049

(22)出願日 平成8年(1996)4月22日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 吉田 恵

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 坂間 巖

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内

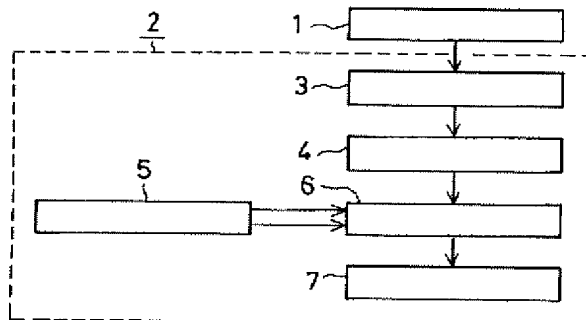
(74)代理人 弁理士 猪股 祥晃

(54)【発明の名称】 プラント状態可視化システム

(57)【要約】

【課題】異常警報が発生していない運転状況でも、プロセス変動の因果関係により軽微な異常の発生事象を検知し、その状況に応じたプロセス状態を提供して、運転員の状況判断を支援するプラント状態可視化システムを提供する。

【解決手段】請求項1記載の発明に係るプラント状態可視化システム2は、プラント1における観測信号を入力する入力処理部3と、前記観測信号が予め計画値から逸脱したか否かを判定する異常判定処理部4と、前記観測信号相互の関係を記憶した知識データベース5と、前記異常判定処理部4において異常状態と判定された場合に前記観測信号と知識データベース5を用いて当該異常の伝播経路を推定する伝播経路推定部6と、前記伝播経路推定部6における推定結果をディスプレイ手段に表示させる状態表示部7とからなることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラントにおける観測信号を入力する入力処理部と、前記観測信号が計画値から逸脱したか否かを判定する異常判定処理部と、前記観測信号相互の関係を記憶した知識データベースと、前記異常判定処理部において異常状態と判定された場合に前記観測信号と前記知識データベースを用いて当該異常の伝播経路を推定する伝播経路推定部と、前記伝播経路推定部における推定結果をディスプレイ手段に表示させる状態表示部とからなることを特徴とするプラント状態可視化システム。

【請求項 2】 前記プラント状態可視化システムにおいて、前記観測信号と知識データベースを用いて事象の推移とプロセスの挙動を予測する事象推移予測部を設けて、前記異常判定処理部で異常状態と判定した場合にその判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示して異常発生時の当該異常の伝播経路及び異常の推移予測を提示することを特徴とする請求項 1 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 3】 前記プラント状態可視化システムにおいて、前記事象推移予測部で予測したプロセスの挙動と前記観測信号の挙動を比較評価してセンサーの値が正常か否かを判定するセンサー診断部を設けて、前記センサー診断部における判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示することを特徴とする請求項 2 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 4】 前記プラント状態可視化システムにおいて、前記知識データベースに制御系を介しての前記観測信号相互の関係を記憶させると共に、前記事象推移予測部における制御系を介した事象伝播の予測結果と前記観測信号とを比較評価して制御系が正常に動作しているか否かを判定する制御系診断部を設けて、前記制御系診断部における判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示することを特徴とする請求項 2 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 5】 前記プラント状態可視化システムにおいて、前記知識データベースにインターロックを介しての前記観測信号相互の関係を記憶させると共に、前記事象推移予測部におけるインターロックを介した事象伝播の予測結果と前記観測信号とを比較評価することによりインターロックが正常に動作しているか否かを判定するインターロック診断部を設けて、前記インターロック診断部における判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示することを特徴とする請求項 2 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 6】 前記プラント状態可視化システムにおいて、前記知識データベースに機器単体の特性による前記観測信号相互の関係を記憶させると共に、前記事象推移予測部における機器単体の特性による事象伝播の予測結果と前記観測信号とを比較評価して機器単体の特性が変化しているか否かを判定する機器特性診断部を設けて、

前記機器特性診断部における判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示することを特徴とする請求項 2 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 7】 前記プラント状態可視化システムの異常判定処理部において、各観測信号毎に対数平均処理を施すと共に、その対数平均値と現在値との偏差により異常か否かを早期に判定することを特徴とする請求項 2 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 8】 前記プラント状態可視化システムの状態表示部において、前記伝播経路推定部における推定結果を時間軸と共にブロック図にてディスプレイ手段に表示して、時系列な推移として伝播経路を提示することを特徴とする請求項 2 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 9】 前記プラント状態可視化システムの状態表示部において、前記事象推移予測部における予測結果を時間軸と共にブロック図にてディスプレイ手段に表示して、時系列な推移予測を前記伝播経路推定部における推定結果と共に提示することを特徴とする請求項 8 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 10】 前記プラント状態可視化システムの状態表示部において、前記伝播経路推定部における推定結果をプラント構成図上にブロック図でディスプレイ手段に表示して、プラント内での空間的な伝播として伝播経路を提示することを特徴とする請求項 2 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 11】 前記プラント状態可視化システムの状態表示部において、前記事象推移予測部における予測結果をプラント構成図上にブロック図でディスプレイ手段に表示して、プラント内での空間的な推移予測を前記伝播経路推定部における推定結果と共に提示することを特徴とする請求項 10 記載のプラント状態可視化システム。

【請求項 12】 前記プラント状態可視化システムの状態表示部において、前記センサー診断部と制御系診断部及びインターロック診断部と機器特性診断部により異常あるいは特性が変化したと診断されたセンサーや制御系及びインターロックあるいは機器について、プラント構成図上に色彩あるいは形状を変えてディスプレイ手段に表示すると共に、異常あるいは特性が変化しているプラント構成要素を前記事象推移予測部における予測結果と前記伝播経路推定部における推定結果と共に提示することを特徴とする請求項 3 乃至請求項 6 及び請求項 11 記載のプラント状態可視化システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子力発電プラントや火力発電プラント、あるいは化学プラント等の大規模プラントにおける運転状態を自動的に認識して、その運転状態を情報として運転員に提供するプラント可視化システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】原子力発電プラント等の大規模なプラントには、安定かつ安全な稼働を継続するために、通常運転時はもとより何らかの故障が発生した場合においても、各種プロセス状態を運転員へ提供する計算機による監視制御システムが設けられている。

【0003】また運転員には、前記監視制御システムより提供されるプロセス状態に基づき、計画通りに運転されているかを判断すると共に、プラントに故障が発生した場合には、その発生した状況を迅速に判断して適切な処置をとることが要求されている。

【0004】このことから、監視制御システムにとっては、常にプラントの運転状況に応じた適切な情報を運転員への確に提供することが最も重要となる。特にプラント内に異常が発生して、その異常の規模が大きい場合や、過渡現象の伝播が速い場合には運転員に加わる負担は極めて大きなものとなり、これにより誤判断を招く可能性もでてくる。

【0005】従ってプラントにおける故障発生に際しては、故障が軽微な段階において異常を速やかに検知して異常の拡大を未然に防止することが、プラントの安全運転確保にとって重要となる。また、発生した異常の拡大を未然に防止することも、プラント稼働率向上の観点から当然要望されているものであり、プラントの運転状態に応じた適切な情報を的確に運転員へ提供することを目的としたプラント監視制御システムの開発が行われている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来よりプラントの監視制御システムとしては、異常検出による警報の発生状況を基にして、プラントの運転状態を判定し、最も注意すべき警報に関連したプロセス情報を提供するものが開発されている。しかし、このような監視制御システムは、プラントに何らかの故障が検知された後に発生した事象を自動的に認知して、その状況に応じたプロセス状態を提示するものであり、警報の発生していない状況におけるプラント運転状態の判断は運転員に委ねられていた。

【0007】また、警報の発生していない状況において、プラントの動特性を模擬した動特性モデルを利用して、時々刻々変化するプロセス状態との突き合わせにより、過渡状態の推移を測定するシステムの開発が進められている。しかしながら、前記過渡状態の原因が不特定の場合にも、プラント挙動と同期をとって模擬しなければならぬという要求があるが実用化は困難であった。

【0008】本発明の目的とするところは、異常検出による警報が発生していない運転状況であっても、プロセス変動の因果関係により軽微な異常の段階で発生事象を検知して、その状況に応じたプロセス状態を運転員へ認知し易い情報として提供することにより、運転員の状況

判断を支援するプラント状態可視化システムを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、プラントにおける観測信号を入力する入力処理部と、前記観測信号が計画値から逸脱したか否かを判定する異常判定処理部と、前記観測信号相互の関係を記憶した知識データベースと、前記異常判定処理部において異常状態と判定された場合に前記観測信号と前記知識データベースを用いて当該異常の伝播経路を推定する伝播経路推定部と、前記伝播経路推定部における推定結果をディスプレイ手段に表示させる状態表示部とからなることを特徴とする。

【0010】観測信号相互の関係を記憶した知識データベースを用いて、プラント各部からの観測信号が計画値から逸脱したことで異常状態と判定すると共に、当該異常の伝播経路を推定して、これを状態表示部のディスプレイ手段により運転員に提供する。

【0011】請求項2記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記観測信号と知識データベースを用いて事象の推移とプロセスの挙動を予測する事象推移予測部を設けて、前記異常判定処理部で異常状態と判定した場合にその判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示して異常発生時の当該異常の伝播経路及び異常の推移予測を提示することを特徴とする。

【0012】観測信号と知識データベースにより、観測信号の変化状態から異常状態と判定すると共に、事象推移予測部により異常事象の推移とプロセスの挙動を予測して、これを状態表示部のディスプレイ手段を介して運転員に提供する。

【0013】請求項3記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記事象推移予測部で予測したプロセスの挙動と前記観測信号の挙動を比較評価してセンサーの値が正常か否かを判定するセンサー診断部を設けて、前記センサー診断部における判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示することを特徴とする。

【0014】観測信号と知識データベースにより、観測信号の変化状態から異常状態と判定すると共に、事象推移予測部で予測されたプロセスの挙動と前記観測信号の挙動とをセンサー診断部で比較評価し、センサーが正常に機能しているか否かを判定して、これを状態表示部のディスプレイ手段により運転員に提供する。

【0015】請求項4記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記知識データベースに制御系を介しての前記観測信号相互の関係を記憶させると共に、前記事象推移予測部における制御系を介した事象伝播の予測結果と前記観測信号とを比較評価して制御系が正常に動作しているか否かを判定する制御系診断部を設けて、前記制御系診断部における判定結果を前記状態表示部によ

リディスプレイ手段に表示することを特徴とする。

【0016】観測信号と知識データベースにより、観測信号の変化状態から異常状態と判定すると共に、知識データベースに記憶させた制御系を介しての観測信号相互の関係と、観測信号とを制御系診断部において比較評価し、制御系が正常に動作しているか否かを判定して、これを状態表示部のディスプレイ手段を介して運転員に提供する。

【0017】請求項5記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記知識データベースにインターロックを介しての前記観測信号相互の関係を記憶させると共に、前記事象推移予測部におけるインターロックを介した事象伝播の予測結果と前記観測信号とを比較評価することによりインターロックが正常に動作しているか否かを判定するインターロック診断部を設けて、前記インターロック診断部における判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示することを特徴とする。

【0018】観測信号と知識データベースにより、観測信号の変化状態から異常状態と判定すると共に、知識データベースに記憶させたインターロックを介しての観測信号相互の関係と、観測信号とをインターロック診断部において比較評価し、インターロックの健全性を判定して、これを状態表示部のディスプレイ手段を介して運転員に提供する。

【0019】請求項6記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記知識データベースに機器単体の特性による前記観測信号相互の関係を記憶させると共に、前記事象推移予測部における機器単体の特性による事象伝播の予測結果と前記観測信号とを比較評価して機器単体の特性が変化しているか否かを判定する機器特性診断部を設けて、前記機器特性診断部における判定結果を前記状態表示部によりディスプレイ手段に表示することを特徴とする。

【0020】観測信号と知識データベースにより、観測信号の変化状態から異常状態と判定すると共に、知識データベースに記憶させた機器単体の特性による事象伝播の予測結果と前記観測信号とを機器特性診断部で比較評価し、機器単体の特性が変化しているか否かの判定により機器の健全性を判定して、これを状態表示部のディスプレイ手段を介して運転員に提供する。

【0021】請求項7記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記異常判定処理部において各観測信号毎に対数平均処理を施すと共に、その対数平均値と現在値との偏差により異常か否かを早期に判定することを特徴とする。異常判定処理部における異常状態の判定を、各観測信号毎に対数平均処理を施して、その対数平均値と現在値との偏差により行うことにより、緩やかな変化状態についても比較的早期に検知して、その結果を状態表示部のディスプレイ手段を介して運転員に提供する。

【0022】請求項8記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記状態表示部において前記伝播経路推定部における推定結果を時間軸と共にブロック図にてディスプレイ手段に表示して、時系列な推移として伝播経路を提示することを特徴とする。状態表示部で処理結果を運転員に提供するディスプレイ手段において、表示画面に時間軸を設けて、各変化状態の横方向の表示位置と各変化状態をブロック図とすると共に、時系列な推移として伝播経路を表示する。

【0023】請求項9記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記状態表示部において前記事象推移予測部における予測結果を時間軸と共にブロック図にてディスプレイ手段に表示して、時系列な推移予測を前記伝播経路推定部における推定結果と共に提示することを特徴とする。状態表示部で処理結果を運転員に提供するディスプレイ手段において、表示画面に時間軸を設けて、各変化状態の横方向の表示位置と各変化状態をブロック図とすると共に、時系列な推移として伝播経路と予測結果を表示する。

【0024】請求項10記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記状態表示部において前記伝播経路推定部における推定結果をプラント構成図上にブロック図でディスプレイ手段に表示して、プラント内での空間的な伝播として伝播経路を提示することを特徴とする。状態表示部で処理結果を運転員に提供するディスプレイ手段において、表示画面に対象機器類の配置を示すプラント構成図と、このプラント構成図上における各変化状態の観測位置と各変化状態をブロック図として伝播経路を表示する。

【0025】請求項11記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記状態表示部において前記事象推移予測部における予測結果をプラント構成図上にブロック図でディスプレイ手段に表示して、プラント内での空間的な推移予測を前記伝播経路推定部における推定結果と共に提示することを特徴とする。

【0026】状態表示部で処理結果を運転員に提供するディスプレイ手段において、表示画面に対象機器類の配置を示すプラント構成図と、このプラント構成図上における各変化状態の観測位置と各変化状態をブロック図とすると共に、伝播経路と予測結果を表示する。

【0027】請求項12記載の発明に係るプラント状態可視化システムは、前記状態表示部において前記センサー診断部と制御系診断部及びインターロック診断部と機器特性診断部により異常あるいは特性が変化したと診断されたセンサーや制御系及びインターロックあるいは機器について、プラント構成図上に色彩あるいは形状を変えてディスプレイ手段に表示すると共に、異常あるいは特性が変化しているプラント構成要素を前記事象推移予測部における予測結果と前記伝播経路推定部における推定結果と共に提示することを特徴とする。

【0028】状態表示部で処理結果を運転員に提供するディスプレイ手段において、表示画面に対象機器類の配置を示すプラント構成図と、このプラント構成図上における各変化状態の観測位置と各変化状態をブロック図として伝播経路と予測結果を表示すると共に、異常あるいは特性が変化した部位について色彩あるいは形状を変えて表示する。

【0029】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。第1実施の形態は請求項1に係り、図1の機能構成図に示すように、例えば原子力プラント等の大規模なプラント1に用いるプラント状態可視化システム2は計算機により形成されている。

【0030】このプラント状態可視化システム2は、プラント1からの図示しない複数箇所に配設されたセンサーによる複数の観測信号を入力する入力処理部3と、全ての観測信号に対する計画値とその許容値が記憶されており、その記憶された情報に基づいて前記観測信号が計画値から逸脱しているか否かの判定を周期的に行う異常判定処理部4を備えている。

【0031】また、前記観測信号間の定性的な因果関係と、その因果関係がプラント1における各種の制御系やインターロック、及びプラント1を構成する各種機器単体の特性を介しての関係であるかの情報を記憶した知識データベース5と、前記異常状態判定部4にて観測信号が前記計画値を逸脱したと判定された場合に、知識データベース5に記憶された因果関係情報を用いて、当該異常の伝播経路を推定する伝播経路推定部6を設けている。

【0032】さらに、例えばCRT等のディスプレイ手段を備え、前記伝播経路推定部6にて推定された伝播経路等をディスプレイ手段に表示させる状態表示部7とから構成されている。

【0033】次に、上記構成による作用について説明する。図2の処理フロー図に示すように、プラント1から得られた図示しない複数の観測信号Mは、プラント状態可視化システム2の入力処理部3に入力され、この入力処理部3では第1ステップ8としてプラント1からの「観測信号を周期的に読み込む」。

【0034】第2ステップ9は、異常状態判定部4における処理で、記憶した各観測信号に対する計画値とその許容値により、「異常な状態であるかを判定する」。例えば、観測値Mmに対する計画値がMdで、その許容値がMeとすると、次の式(1)で示す条件が満足された時に異常が発生したと判定する。

【0035】 $|Mm - Md| > Me \dots (1)$

なお、この処理は、全ての観測信号に対して周期的に行われて、さらに、観測信号が小さい方に異常であるか、大きい方に異常であるかの方向も判定する。

【0036】第3ステップ10は、伝播経路推定部6にお

ける処理であり、別途知識データベース5に記憶された観測信号間の因果関係情報と、異常状態判定部4の判定結果とを用いて、「異常の伝播経路を推定する」。また第4ステップ11は、状態表示部7における状態表示処理で、状態表示部7では、前記伝播経路推定部6の推定結果である「伝播経路をディスプレイ手段に表示する」。

【0037】さらに、図3は知識データベースの構成図で、一例を示したものであり、観測信号間の因果関係を観測信号の変化状態単位で、フレーム形式で記述したものである。ここで変化状態とは、計画値に対して大きい値の方向で逸脱しているか、あるいは、小さい値の方向で逸脱しているかの2通りを示すものである。

【0038】例えば、ある観測信号が変化状態Aに変化する変化条件としては、変化状態B～Dがあるということが記載される。なお、この変化状態B～Dは、それぞれ異なる観測信号の変化状態を表すものである。また、知識データベース5に登録される形式は、一つの観測信号の変化状態単位の断片的なものであるが、その変化条件によって変化状態を結び付けることにより、変化状態間の因果関係を表すネットワーク構造を持った事象の伝播経路を表すプロパゲーション・シーケンスが生成されることがとなる。

【0039】一例として、図4の変化状態の関連図に示した伝播経路を想定して推定方法を具体的に説明する。なお、図4は変化状態A～Iの因果関係を示したもので、知識データベース5には、次の個別の情報がフレーム形式で記載されている。

【0040】Aの変化条件には、B、C、Dがある。Bの変化条件には、Hがある。Cの変化条件には、Gがある。Dの変化条件には、Eがある。Eの変化条件には、F、Gがある。

【0041】Fの変化条件には、Dがある。Gの変化条件には、Iがある。Hの変化条件には、Iがある。Iの変化条件には、Fがある。

【0042】ここで、異常状態判定部4にて、変化状態A、C、D、E、Fが実際に変化したと判定されたとすると、これら変化した状態について以下の処理を行う。まず、図5の処理過程における変化状態の関連図に示すように、変化した状態の全てについて「プロパゲーション・シーケンスの最下流にある」ことを示すフラグ（縞）（以下、図面による説明の便宜上から、最下流を縞フラグ、最上流を白フラグとして区別する）を立てておく。

【0043】次に、変化した変化状態毎に自分自身を変化させる条件を全て調査して、成立しているものがあれば、その条件が成立しているかを示すパスを保存し、そのパスの上流の変化状態の最下流フラグ（縞）を倒す。なお、自分自身を発生させる条件が成立していない場合には、最下流フラグ（縞）を倒して、「プロパゲーション・シーケンスの最上流にある」ことを示すフラグ（白）を立てる。

【0044】この処理を全ての变化した状態に対して施すことにより、図6の処理過程での最下流と最上流を表した变化状態の関連図に示すように、最下流と最上流の变化状態を同定し、次いで図7の变化状態の経路図に示すような、プロパゲーション・シーケンス上のパスを認識することができる。さらに、生成されたパスを用いて、变化状態の経路を探索することにより、プロパゲーション・シーケンスの生成を行う。

【0045】この処理手順は、図8の処理フロー図に示す通りで、「M=1」12を入力すると、「变化状態(PV(i))の上流となる变化状態の調査ルーチンのスタート」13から、「PV(i)を調査リスト(LIST-1)に記入」14と、「N←PV(i)の上流となる变化状態の数」15を経由して「N=0?」16に行く。この「N=0?」16において、Yesでは「リターン」17へ、またNoでは「L←1」18へ進み、次いで「PV(j)のL番目の上流となるPV(j)はLIST-1にあるか?」19に行く。

【0046】この19においてYesならば、「LIST-1中のPV(j)からPV(i)までの变化状態を競合状態グループとする。PV(j)が先に定義した競合状態グループに属する場合は、その競合状態グループにある变化状態を含めるものとする。」20を経由し、さらに「L←L+1」21から「L≤N?」22に至り、この22でYesならば再び前記19へ戻り、Noならば「リターン」17へ進む。

【0047】また前記19においてNoの場合は、「PV(j)は既に調査完了状態として登録されているか?」23に進み、Yesで「PV(j)の登録された調査完了状態のIDをPV(i)の上流として記録する」24を経由して「L←L+1」21へ進む。

【0048】なお、前記23でNoであれば、「PV(j)の上流となる变化状態の調査ルーチンのスタート」25を経由して、「PV(j)は、PV(i)と同一の競合状態グループにあるか?」26に進み、ここでYesならば、前記「L←L+1」21に進む。

【0049】また前記26でNoの場合には、「PV(j)が競合状態グループに属するか?」27に進み、この27においてYesならば、「PV(j)が属する競合状態グループの全てのPVを、IDをMとした調査完了状態COND(M)に登録する」28を経由して、「調査完了状態COND(M)に登録した变化状態をLIST-1より削除する」29に進む。

【0050】さらに、前記29からは「COND(M)に属する变化状態の上流として記録された全ての調査完了状態のIDをCOND(M)の上流として登録する」30と、「PV(i)の上流となる調査完了状態のIDとしてMを記録する」31、さらに「M←M+1」32を経由して前記「L←L+1」21に進む。なお、前記27でNoの時には、「PV(j)を、IDをMとした調査完了状態

COND(M)に登録する」33を経由して前記29に進む。

【0051】従って上記図7を例にすると、最下流の变化状態はAであることが認識されており、調査ポイントをAとして、このAから経路探索を始める。まず、Aを調査リストに記入してAの上流であるCを見る。Cは調査リストにも記入されてなく、また、調査完了状態としても登録されていないために、次に調査ポイントをCに移し、そこで、Cを調査リストに記入してCの上流であるGを見る。

【0052】このGは調査リストにも記入されてなく、また、調査完了状態としても登録されていないために、次に調査ポイントをGに移し、そこで、Gを調査リストに記入するが、Gの上流はないので調査ポイントをCに戻す。この際に、CとGは競合状態グループになく、またG自体も競合状態グループに属さないことから、GだけをIDを1とした調査完了状態(COND(1))に登録する。

【0053】次に、Gを調査リストより削除して、Cの上流となる調査完了状態のID:1を記録する。また、Cの上流にはG以外にはないために、調査ポイントをAに戻す。この際に、AとCは競合状態グループになく、またC自体も競合状態グループに属さないことから、CだけをIDを2とした調査完了状態(COND(2))に登録する。

【0054】次に、Cを調査リストより削除して、COND(2)の上流となる調査完了状態ID:2を登録し、Aの上流となる調査完了状態のID:2を記録する。次いで、Aの上流であるDを見る。Dは調査リストにも記入されてなく、また、調査完了状態としても登録されていないために、次に調査ポイントをDに移す。そこで、Dを調査リストに記入してDの上流であるEを見る。Eは調査リストにも記入されてなく、また、調査完了状態としても登録されていないために、次に調査ポイントをEに移す。

【0055】次にEを調査リストに記入して、このEの上流であるFを見る。Fは調査リストにも記入されてなく、また、調査完了状態としても登録されていないために、次に調査ポイントをFに移す。そこで、Fを調査リストに記入してFの上流であるDを見る。Dは既に調査リストにも記入されており、調査リスト中のDからFまでを競合状態グループとして調査ポイントをEに移す。

【0056】ここで、EとFは同一の競合状態グループにあるために、調査完了状態の生成はせずにEの上流であるGを見る。Gは調査リストにはないが、ID:1の調査完了状態として登録されているために、Eの上流となる調査完了状態としてID:1を登録して、調査ポイントをDに移す。

【0057】ここで、DとEは同一の競合状態グループにあるために、調査完了状態の生成はせずに調査ポイン

トをAに移す。AとDは同一の競合状態グループにはないために、競合状態グループ(D, E, F)をID:3の調査完了状態(COND(3))として登録して、D, E, Fを調査リストから削除する。

【0058】また、Eの上流である調査完了状態(COND(1))を、COND(3)の上流調査完了状態として登録する。さらに、探索開始ポイントであるAに戻った段階で、AだけをID:4の調査完了状態(COND(4))として登録し、Aの上流として記録したID:2、及びID:3の調査完了状態を、COND(4)の上流調査完了状態として登録する。

【0059】上記の一連の処理により、各変化する競合関係及び位置づけを明確にされた、図9の伝播経路図に示すプロパゲーション・シーケンスが認識される。また図10の処理手順図は、上記手順の処理により形成される調査リストと競合状態グループ、及び調査完了状態等の過程を示したものである。

【0060】なお上記の例では、最下流の変化状態が認識されているが、この最下流の変化状態が競合し合っており、最下流の変化状態が認識されない場合がある。その場合には、任意の変化状態から調査を開始して、すべての変化状態を検索完了するまで繰り返すことにより、プロパゲーション・パスを生成することができる。このプロパゲーション・シーケンスは、事象の推移を表すものであり、上記の処理により異常の伝播経路が推定される。

【0061】第4ステップ11は、状態表示部7における図示しないディスプレイ手段への表示処理であり、前記伝播経路推定部6にて推定された伝播経路を、状態表示部7に備えた例えばCRT等によるディスプレイ手段の画面において種々所定の形態で表示して運転員へ提供する。

【0062】このように、本第1実施の形態によれば、プラント1における複数の観測信号の変化とその方向により、異常の伝播経路を自動的に推定することが可能であり、プラント1で発生した事象を適切で、しかも迅速に可視化して運転員へ提示することにより、プラントの状況判断作業の支援をして運転員の負担を軽減することができる。

【0063】第2実施の形態は請求項2に係り、図11の機能構成図に示すようにプラント状態可視化システム34は、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、さらに事象推移予測部35と状態表示部7とから構成されている。

【0064】また事象推移予測部35は、前記異常状態判定部4にてプラント1からの観測信号が計画値を逸脱したと判定された場合に、前記知識データベース5に記憶された因果関係情報を用いて、今後、計画値を逸脱すると予測される観測信号を推定する。なお、その他の前記各部の構成と作用については、上記第1実施の形態と同

様であるので説明は省略する。

【0065】次に上記構成による作用について説明する。図12の処理フロー図は事象推移予測部35の処理フローを示したもので、この事象推移予測部35においては、先ず前記知識データベース5を用いて、「変化していない全ての変化状態 $Z_{ni}$  ( $i=1, 2, \dots$ )の上流を調査する」により、変化していない全ての変化状態 $Z_n$ に対して、自分自身を変化させる条件を全て調査する。

【0066】次いで、変化していない変化状態 $Z_n$ を「 $Z_{ni}$ を変化させる条件が成立しているか」調査して、その結果から成立するものがあれば、「 $Z_{ni}$ を $Z_{ai}$ として登録する」ことにより、今後変化する変化状態 $Z_a$ として登録する。なお、この調査の結果から、今後変化する変化状態 $Z_n$ がなければ、今後のプラント状態は正常であるとする。

【0067】次に状態表示部7では、その変化状態 $Z_a$ を今後変化する変化状態として、前記伝播経路推定部6にて推定された伝播経路と共に、ディスプレイ手段の画面に表示して運転員へ提供する。このように、本第2実施の形態によれば、今後、計画値を逸脱する観測信号について、その変化方向を含めて自動的に予測することが可能であり、今後のプラントにおける異常の推移を適切に運転員へ提示して、運転員によるプラント1の状況判断を支援することができる。

【0068】第3実施の形態は請求項3に係り、図13の機能構成図に示すようにプラント状態可視化システム36は、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、事象推移予測部35とセンサー診断部37、さらに状態表示部7とから構成されている。また知識データベース5には、プラント1からの観測信号の変化状態間の因果関係情報の他に、伝播する遅れ時間を記憶させている。

【0069】さらにセンサー診断部37では、前記異常状態判定部4にてプラント1の観測信号が計画値を逸脱したと判定された場合に、知識データベース5に記憶された因果関係情報と、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態情報とを用いて、当該観測信号に係るセンサーの健全性を診断する。なお、その他の前記各部の構成と作用については、上記第1及び第2実施の形態と同様であるので説明は省略する。

【0070】次に上記構成による作用について説明する。図14の処理フロー図はセンサー診断部37の処理フローを示したもので、先ず、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態 $Z_a$ と、知識データベース5に記載された変化状態 $Z_a$ に至るまでの遅れ時間 $T_a$ を登録する。次に、「 $T_a$ 時間経過したか」と「 $Z_a$ が変化したか」により、 $T_a$ 時間経過後に前記異常状態判定部4にて前記変化状態 $Z_a$ が変化したと判定されたかの調査をする。

【0071】ここで、変化状態 $Z_a$ が変化していない場

合には、この「Z aに対応するセンサーが異常であるとする」と診断する。なお、調査の結果から変化状態Z aが変化していれば、当該センサーは正常であるとする。

【0072】次ぎに状態表示部7では、前記変化した変化状態Z aに対応したセンサーが異常であることを表す情報を、前記伝播経路推定部6にて推定された伝播経路、及び前記事象推移予測部35にて予測された今後のプラント状態と共に、ディスプレイ手段の画面に表示して運転員へ提供する。

【0073】このように、本第3実施の形態によれば、上記第2実施の形態における作用の他に、プラント内に配設されたセンサーの健全性の診断を自動的に行うことが可能であり、センサー故障の情報も含めて運転員へ提示して、運転員によるプラント1の状況判断を支援する。

【0074】第4実施の形態は請求項4に係り、図15の機能構成図に示すようにプラント状態可視化システム38は、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、事象推移予測部35と制御系診断部39、さらに状態表示部7とから構成されている。また知識データベース5には、プラント1からの観測信号の変化状態間の因果関係情報の他に、その因果関係が当該制御系の動作を介して伝播するものであれば、その制御系と伝播の遅れ時間とが記憶されている。

【0075】さらに制御系診断部39は、前記異常状態判定部4にてプラント1の観測信号が計画値を逸脱したと判定された場合に、前記知識データベース5に記憶された因果関係情報と、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態情報とを用いて、プラント1内の当該制御系の健全性を診断する。なお、その他の前記各部の構成と作用については、上記第1及び第2実施の形態と同様であるので説明は省略する。

【0076】次に上記構成による作用について説明する。図16の処理フロー図は制御系診断部39の処理フローを示したもので、先ず、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態Z aと、知識データベース5に記載された変化状態Z aに至るまでの遅れ時間T aを登録する。

【0077】次に、知識データベース5を調査して、変化状態Z aが制御系C aの動作を介して伝播するものである場合に、その制御系C aを併せて登録して、「T a時間経過したか」と「制御系の関係で変化するはずのZ aが変化したか」により、T a時間後に、前記異常状態判定部4にて変化状態Z aが変化したと判定されたかを調査する。

【0078】ここで、変化状態Z aが変化していない場合には、「対応する制御系C aが異常であるとする」として、当該制御系C aが異常であると診断する。なお、調査の結果から変化するはずの変化状態Z aが変化していれば、当該制御系C aは正常であるとする。

【0079】次ぎに状態表示部7では、前記変化した変

化状態Z aに対応した制御系C aが異常であることを表す情報を、前記伝播経路推定部6にて推定された伝播経路、及び前記事象推移予測部35にて予測された今後のプラント状態と共に、ディスプレイ手段の画面に表示して運転員へ提供する。

【0080】このように、本第4実施の形態によれば、上記第2実施の形態における作用の他に、プラント1における過渡時の制御系の健全性の診断を自動的に行うことが可能であり、制御系故障の情報も含めて運転員へ提示して、運転員によるプラント1の状況判断を支援することができる。

【0081】第5実施の形態は請求項5に係り、図17の機能構成図に示すようにプラント状態可視化システム40は、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、事象推移予測部35とインターロック診断部41、さらに状態表示部7とから構成されている。また知識データベース5には、プラント1からの観測信号の変化状態間の因果関係情報の他に、その因果関係がインターロックの動作を介して伝播するものであれば、そのインターロックと伝播の遅れ時間とが記憶されている。

【0082】さらにインターロック診断部41は、前記異常状態判定部4にてプラント1の観測信号が計画値を逸脱したと判定された場合に、前記知識データベース5に記憶された因果関係情報と、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態情報とを用いて、インターロックの健全性を診断する。なお、その他の前記各部の構成と作用については、上記第1及び第2実施の形態と同様であるので説明は省略する。

【0083】次に上記構成による作用について説明する。図18の処理フロー図はインターロック診断部41の処理フローを示したもので、先ず、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態Z aと、知識データベース5に記載された変化状態Z aに至るまでの遅れ時間T aを登録する。

【0084】次に、知識データベース5を調査して、変化状態Z aがインターロックI aの動作を介して伝播するものである場合に、そのインターロックI aを併せて登録して、「T a時間経過したか」と「インターロックの関係で変化するはずのZ aが変化したか」により、T a時間後に前記異常状態判定部4にて変化状態Z aが変化したと判定されたかを調査する。

【0085】ここで、変化状態Z aが変化していない場合には、「対応するインターロックI aが異常であるとする」として、当該インターロックI aが異常であると診断する。なお、調査の結果から変化するはずの変化状態Z aが変化していれば、当該インターロックI aは正常であるとする。

【0086】次ぎに状態表示部7では、前記変化した変化状態Z aに対応したインターロックI aが異常である

ことを表す情報を、前記伝播経路推定部6にて推定された伝播経路、及び前記事象推移予測部35にて予測された今後のプラント状態と共に、ディスプレイ手段の画面に表示して運転員へ提供する。

【0087】このように、本第5実施の形態によれば、上記第2実施の形態における作用の他に、プラント1において過渡時に動作するインターロックの健全性の診断を自動的に行うことが可能であり、このインターロックの故障の情報も含めて運転員へ提示して、運転員によるプラント1の状況判断を支援することができる。

【0088】第6実施の形態は請求項6に係り、図19の機能構成図に示すように、プラント状態可視化システム42は、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、事象推移予測部35と機器特性診断部43、さらに状態表示部7とから構成されている。また知識データベース5には、プラント1からの観測信号の変化状態間の因果関係情報の他に、その因果関係が本来は変化することが無い機器の特性を介して伝播するものであれば、その機器と伝播の遅れ時間とが記憶されている。

【0089】さらに機器特性診断部43は、前記異常状態判定部4にてプラント1の観測信号が計画値を逸脱したと判定された場合に、前記知識データベース5に記憶された因果関係情報と、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態情報とを用いて機器特性を診断する。なお、その他の前記各部の構成と作用については、上記第1及び第2実施の形態と同様であるので説明は省略する。

【0090】次に上記構成による作用について説明する。図20の処理フロー図は機器特性診断部43の処理フローを示したもので、まず、前記事象推移予測部35にて予測された変化状態Zaと、知識データベース5に記載された変化状態Zaに至るまでの遅れ時間Taを登録する。

【0091】次に、知識データベース5を調査して、変化状態Zaが機器の特性の動作を介して伝播する場合に、その機器Eaを併せて登録して、「Ta時間経過したか」と「機器特性の関係で変化するはずのZaが変化したか」により、Ta時間後に前記異常状態判定部4にて変化状態Zaが変化したと判定されたかを調査する。

【0092】ここで、変化状態Zaが変化していない場合には、「対応する機器Ea特性が変化したとする」として、機器Eaの特性が変化したと診断する。なお、調

査の結果から変化するはずの変化状態Zaが変化していれば、当該変化状態Zaに対応する機器Eaの特性は正常であるとする。

【0093】次ぎに状態表示部7では、前記変化した変化状態Zaに対応した機器Eaの特性が異常であることを表す情報を、前記伝播経路推定部6にて推定された伝播経路、及び前記事象推移予測部35にて予測された今後のプラント状態と共に、ディスプレイ手段の画面に表示して運転員へ提供する。

【0094】このように、本第6実施の形態によれば、上記第2実施の形態における作用の他に、プラント1における機器特性の診断を自動的に行うことが可能であり、機器特性の変化の情報も含めて運転員へ提示して、運転員によるプラント1の状況判断を支援することができる。

【0095】第7実施の形態は請求項7に係り、このプラント状態可視化システム34は、上記第2実施の形態と同様に図11の機能構成図に示す機能構成で、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、さらに事象推移予測部35と状態表示部7とから構成されている。しかしながら、異常状態判定部4では、プラント1からの観測信号毎に対数平均処理を施し、その対数平均値と現在値との偏差により異常か否かを判定する処理を行うものである。

【0096】次ぎに上記構成による作用について説明する。プラント1における通常運転時にの緩やか状態の変化は、殆どのものが一次遅れ特性を有している。例えば、原子力プラントにおける原子炉の炉心内から制御棒を引き抜く時の原子炉出口温度の変化、あるいは、冷却材流量変更時の中間熱交換器や蒸発器、及び過熱器等の出口温度の変化等の、一つの操作に対応したプロセス状態の変化は、いずれも一次遅れ特性で近似とすることができる。

【0097】特に通常運転時では、一つの操作が完了したことによるプロセス状態が落ち着いてから次の操作に移るために、通常運転の範囲では、ある時点のプロセス状態は、過去に遡るに従って過去の値とは指数関数的に離れた値となって行く。従って、通常運転時のプロセス状態の変化の検知は、次ぎの式(2)に示すように、対数平均により求められる現在値からのズレDが、予め観測信号単位で定められた許容値を逸脱した場合に、その変化方向を捕らえることにより行うものとする。

【0098】

【数1】

$$D = P(t) - \frac{1}{A} \cdot \sum_{i=1}^N e^{-i \times \tau / T1} \cdot P(t - i \times \tau) \dots (2)$$

$$\text{ここで、} A = \sum_{i=1}^N e^{-i \times \tau / T1}$$

【0099】またPは観測信号、Tは定数、tは時間、 $\tau$ はサンプリング周期を示す。ここで、ズレDが予め定められた正の値より大きい場合には+（プラス）方向に、また、ズレDが予め定められた負の値より小さい場合には-（マイナス）方向に変化していると判断する。

【0100】このように、本第7実施の形態によれば、今後、計画値を逸脱する観測信号をその変化する方向を含めて変化状態が発生した時点で検知するので、上記第7実施の形態に比べて早期に運転員に提供することにより、状態変化の予測と対策が十分な時間的余裕をもって行える。

【0101】第8の実施の形態は請求項8に係り、このプラント状態可視化システム34は、上記第2実施の形態と同様に図11の機能構成図に示す機能構成で、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、さらに事象推移予測部35と状態表示部7とから構成されている。

【0102】なお、前記異常状態判定部4では、各変化状態に対してこの変化を検知した時刻を状態表示部7に受け渡しを行う。次いで状態表示部7では、伝播経路推定部6にて推定されたプロパゲーション・シーケンスを入力すると共に、このプロパゲーション・シーケンス内にある変化状態の変化時刻を異常状態判定部4より入力して、プロパゲーション・シーケンスを時系列な推移としてディスプレイ手段に表示させる。

【0103】次ぎに上記構成による作用について説明する。図21の表示画面図に示すように、表示画面44は状態表示部7のディスプレイ手段における表示例で、この表示画面44に表示された変化状態A、C、D、E、Fのつながりは、伝播経路推定部6にて推定された結果である。

【0104】前記表示画面44の横方向には時間軸を設けて、この時間軸に各変化状態の変化した時刻を合わせると共に、各変化状態の横方向の表示位置を決めて、各変化状態をブロック図として表示する。このように、本第8実施の形態によれば、時間軸と共に伝播経路を表すことにより、運転員は時系列な推移として伝播経路を容易に把握することができる。

【0105】第9の実施の形態は請求項9に係り、このプラント状態可視化システム34は、上記第2実施の形態と同様に図11の機能構成図に示す機能構成で、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、さらに事象推移予測部35と状態表示部7とから構成されている。

【0106】なお前記事象推移予測部35では、予測した変化状態の変化する時刻を状態表示部7に受け渡しを行う。次いで状態表示部7は、時系列的な推移としてディスプレイ手段に、時間軸と共に表示されたプロパゲーション・シーケンスに加えて、前記事象推移予測部35にて予測した変化状態を表示させる。

【0107】次ぎに上記構成による作用について説明する。図22の表示画面図に示すように、表示画面45は状態表示部7のディスプレイ手段における表示例で、この表示画面45には、変化状態A、C、D、E、Fによるプロパゲーション・シーケンスを表示する。

【0108】さらに、このプロパゲーション・シーケンスに加えて、変化状態Aを要因として変化すると予測された変化状態Vを、横方向に設けられた時間軸に予測された変化状態Vの変化する時刻T<sub>v</sub>を合わせて、予測された変化状態Vの横方向の表示位置を定めてブロック図にて表示する。このように、本第9実施の形態によれば、時間軸と共に予測した変化状態を表すことにより、運転員は今後の事象の時系列的な推移を容易に把握することが可能となる。

【0109】第10の実施の形態は請求項10に係り、このプラント状態可視化システム34は、上記第2実施の形態と同様に図11の機能構成図に示す機能構成で、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、さらに事象推移予測部35と状態表示部7とから構成されている。なお状態表示部7には、予めプラントの構成を表す図面と、全ての変化状態に対応する観測信号がプラント構成図上の、どの部分を観測しているかという観測位置情報が記憶されている。

【0110】次ぎに上記構成による作用について説明する。図23の表示画面図に示すように、表示画面46は状態表示部7のディスプレイ手段における表示例で、この表示画面46には、プラントを構成する各機器50～55の概略図及び配置と共に、変化した変化状態A、C、D、E、Fを表示している。なお、変化状態A、C、D、E、Fのつながりは、前記伝播経路推定部6にて推定された結果であり、変化状態はそれぞれプラント構成上のセンサー等の観測位置に表示している。

【0111】このように、本第10実施の形態によれば、プラント内の対象とする各機器類の配置と、観測位置を示すプラント構成図上における伝播経路が表わされるので、これにより運転員は、プラント伝播経路を自己の保有する当該プラント構成に係る知識と照合しながら、異常の原因推定と異常の展開予測、さらに異常の処置対応方法等について、空間的な伝播として容易に把握することが可能となる。

【0112】第11の実施の形態は請求項11に係り、このプラント状態可視化システム34は、上記第2実施の形態と同様に図11の機能構成図に示す機能構成で、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、さらに事象推移予測部35と状態表示部7とから構成されている。

【0113】なお事象推移予測部35では、予測した変化状態の変化する時刻を状態表示部7に受け渡し、状態表示部7では、ディスプレイ手段において、空間的な推移としてプラント構成図と共に表示されたプロパゲーション

ン・シーケンスに加えて、事象推移予測部35で予測した変化状態を表示させる。

【0114】次ぎに上記構成による作用について説明する。図24の表示画面図に示すように、表示画面47は状態表示部7のディスプレイ手段における表示例で、プラントを構成する各機器50～55の概略図と配置を表示している。さらに、変化状態A、C、D、E、Fによるプロパゲーション・シーケンスに加えて、変化状態Aを要因として変化すると予測された変化状態Vを、プラント構成図上で予測された変化状態Vに対応する観測信号の観測位置に表示する。

【0115】このように、本第11実施の形態によれば、プラント内の対象とする各機器類の配置と、観測位置を示すプラント構成図上における伝播経路と共に予測した変化状態が表わされるので、運転員は今後の事象の空間的な推移を容易に把握することが可能となる。

【0116】第12の実施の形態は請求項12に係り、このプラント状態可視化システム48は図25の機能構成図に示すように、入力処理部3と異常状態判定部4、及び知識データベース5と伝播経路推定部6、さらに事象推移予測部35とセンサー診断部37、制御系診断部39とインターロック診断部41、及び機器特性診断部43と状態表示部7とから構成されている。

【0117】なお状態表示部7には、予めプラントの構成を表す図面と、センサー診断部37と制御系診断部39、及びインターロック診断部41と機器特性診断部43における全ての変化状態に対応する観測信号が、プラント構成図上のどの部分を観測しているかというセンサー等の観測位置情報を記憶している。

【0118】さらに、状態表示部7においては空間的な推移として図示しないディスプレイ手段に、プラント構成図と共に表示されたプロパゲーション・シーケンスと、予測した変化状態に加えてセンサー診断部37と制御系診断部39、及びインターロック診断部41と機器特性診断部43にて、故障あるいは特性が変化していると診断された部分を形状あるいは色別表示するようにしている。

【0119】次ぎに上記構成による作用について説明する。図26の表示画面図に示すように、表示画面49は状態表示部7のディスプレイ手段における表示例で、この表示画面49には、プラントを構成する各機器50～55の概略図及び配置と共に、変化した変化状態A、C、D、E、Fと、予測された変化状態Vを表示している。

【0120】ここで、例えば機器特性診断部43にて、機器53の特性が変化したと診断された場合には、表示画面49における機器53を別の色彩に替えて表示する。また、当該機器の概略図の形状を変えて区別しても良い。なお、ここでは便宜上、斜線により色彩が変化したことを示している。このように、本第12実施の形態によれば、状態表示部7のディスプレイ手段を介して、プラント構成図と共に伝播経路を表すことにより、運転員において

は、伝播経路を空間的な伝播として容易に把握することが可能となる。

【0121】本発明では、観測信号間の定性的な因果関係を用いて、未だ軽微な異常状態であって警報が発信されないような場合であっても、生じた異常の伝播経路を検知すると共に、事象の推移を予測することが可能である。従って、観測信号の因果関係が何によるものであるかの情報を用いることにより、センサーや制御系並びにインターロックの健全性の診断、及び機器特性の診断を行うことが可能である。

【0122】また、これらの推定結果と予測結果、及び診断結果を時系列な観点や空間的な観点に基づいて表示することにより、プラント状態に応じた的確なプラント情報を、認識し易い形で自動的に提供可能なことから、プラントを監視する運転員の負担が軽減される。

【0123】

【発明の効果】以上本発明によれば、プラントにおける観測信号の変化方向により、異常の伝播経路を自動的に早期に推定すると共に、今後、計画値を逸脱する観測信号をその変化方向を含めて自動的に予測することが可能であることから、センサーや制御系、及びインターロックの健全性と機器の特性の診断を自動的に行なえる。

【0124】また、伝播経路及び今後の異常推移を、時系列的及び空間的な情報として表示すると共に、異常あるいは特性が変化している部分についても系統図上に表示することから、運転状況に応じたプロセス状態を運転員へ認知し易い情報として提供するので、運転員の負担を軽減すると共にプラント運転の安定性及び安全性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1実施の形態のプラント状態可視化システムの機能構成図。

【図2】本発明に係る第1実施の形態の処理フロー図。

【図3】本発明に係る第1実施の形態の知識データベースの構成図。

【図4】本発明に係る第1実施の形態の変化状態の関連図。

【図5】本発明に係る第1実施の形態の処理過程における変化状態の関連図。

【図6】本発明に係る第1実施の形態の処理過程で最上流と最下流を表した変化状態の関連図。

【図7】本発明に係る第1実施の形態の変化状態の経路図。

【図8】本発明に係る第1実施の形態の伝播経路推定部の処理フロー図。

【図9】本発明に係る第1実施の形態の伝播経路推定部での判定結果の伝播経路図。

【図10】本発明に係る第1実施の形態の伝播経路推定部における処理手順図。

【図11】本発明に係る第2実施の形態の機能構成図。

【図 1 2】本発明に係る第 2 実施の形態の事象推移予測部の処理フロー図。

【図 1 3】本発明に係る第 3 実施の形態の機能構成図。

【図 1 4】本発明に係る第 3 実施の形態のセンサー診断部の処理フロー図。

【図 1 5】本発明に係る第 4 実施の形態の機能構成図。

【図 1 6】本発明に係る第 4 実施の形態の制御系診断部の処理フロー図。

【図 1 7】本発明に係る第 5 実施の形態の機能構成図。

【図 1 8】本発明に係る第 5 実施の形態のインターロック診断部の処理フロー図。

【図 1 9】本発明に係る第 6 実施の形態の機能構成図。

【図 2 0】本発明に係る第 6 実施の形態の機器特性診断部の処理フロー図。

【図 2 1】本発明に係る第 8 実施の形態の表示画面図。

【図 2 2】本発明に係る第 9 実施の形態の表示画面図。

【図 2 3】本発明に係る第 10 実施の形態の表示画面図。

【図 2 4】本発明に係る第 11 実施の形態の表示画面図。

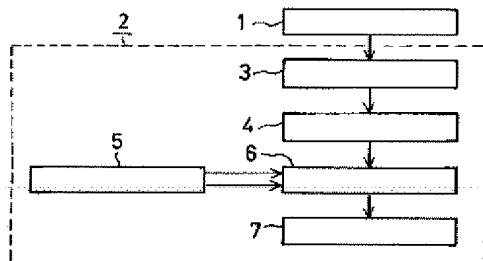
【図 2 5】本発明に係る第 12 実施の形態の機能構成図。

【図 2 6】本発明に係る第 12 実施の形態の表示画面図。

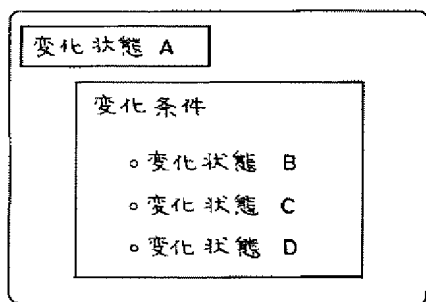
【符号の説明】

1…プラント、2、34、36、38、40、42、48…プラント状態可視化システム、3…入力処理部、4…異常状態判定部、5…知識データベース、6…伝播経路推定部、7…状態表示部、8…第 1 ステップ、9…第 2 ステップ、10…第 3 ステップ、11…第 4 ステップ、12…33…伝播経路推定部におけるフローのステップ、35…事象推移予測部、37…センサー診断部、39…制御系診断部、41…インターロック診断部、43…機器特性診断部、44～47、49…画面、50～55…プラントを構成する機器。

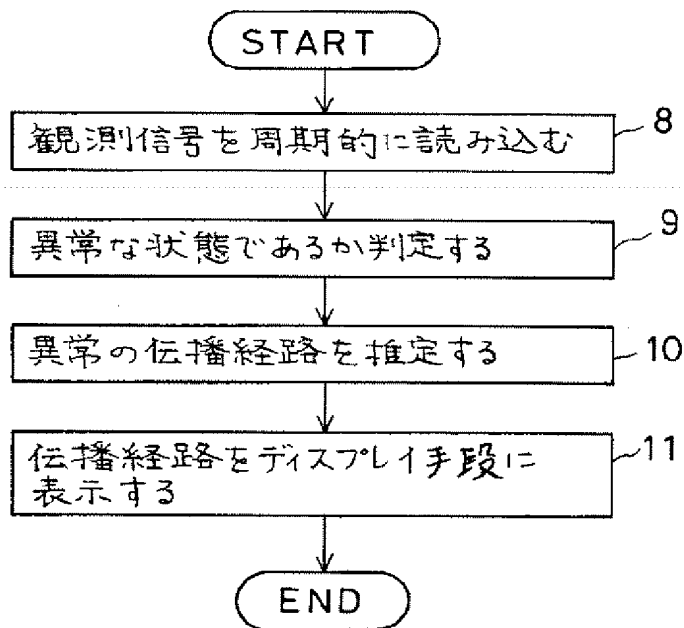
【図 1】



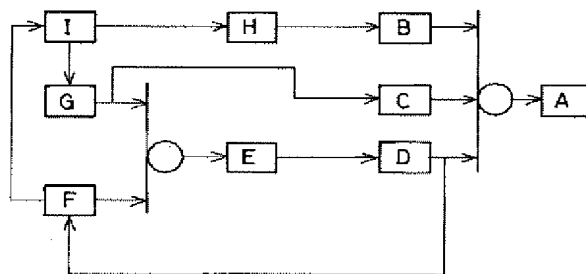
【図 3】



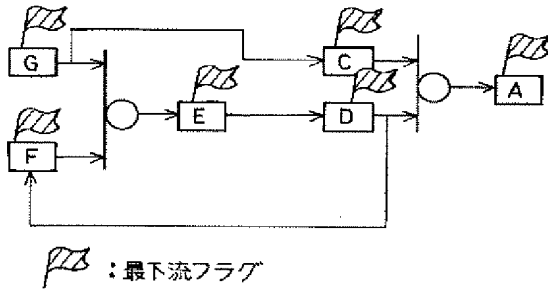
【図 2】



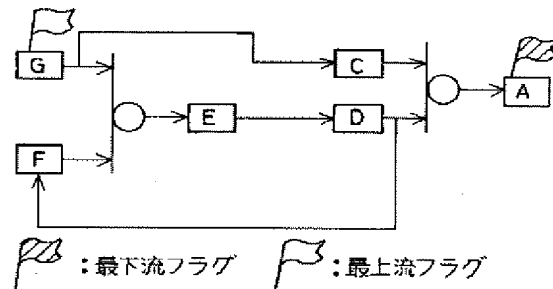
【図 4】



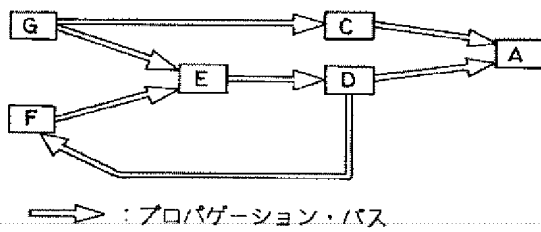
【図 5】



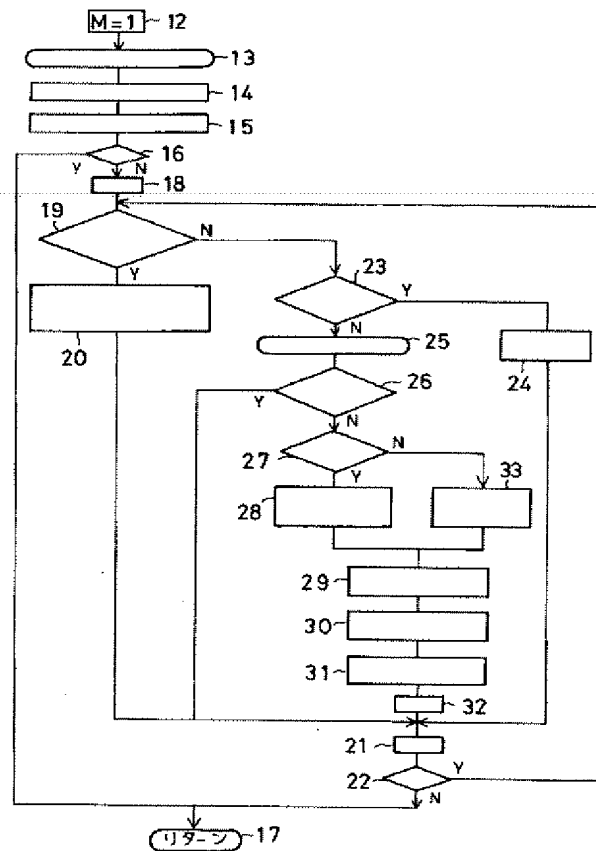
【図 6】



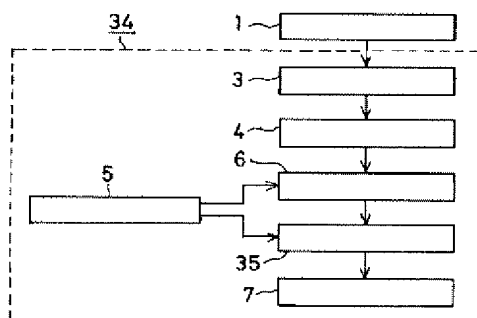
【図 7】



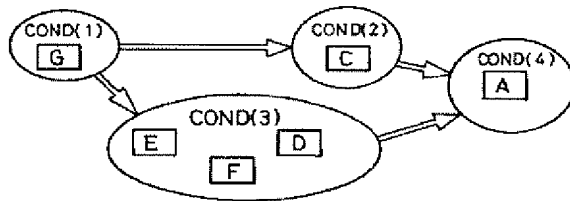
【図 8】



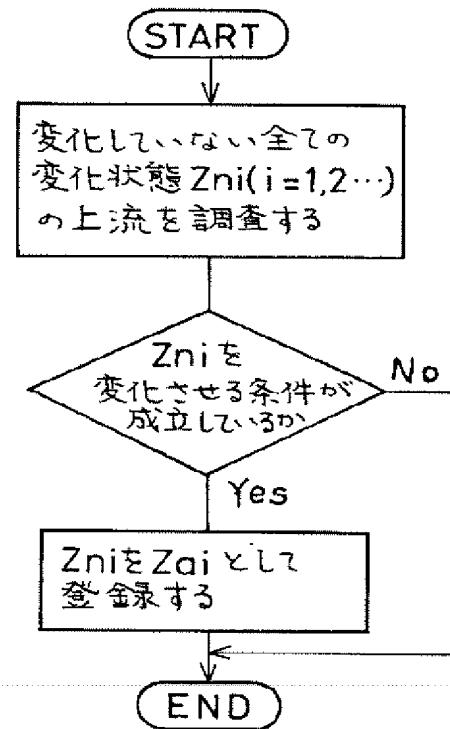
【図 11】



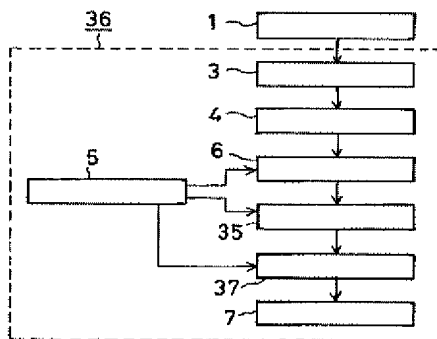
【図 9】



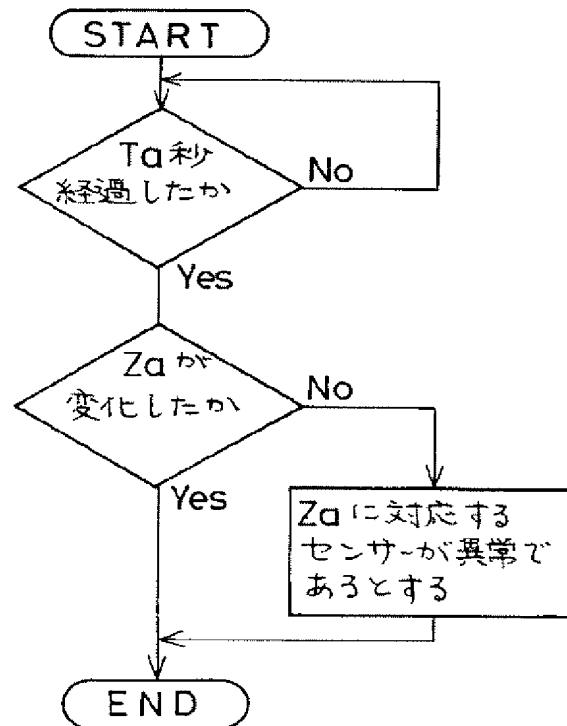
【図 12】



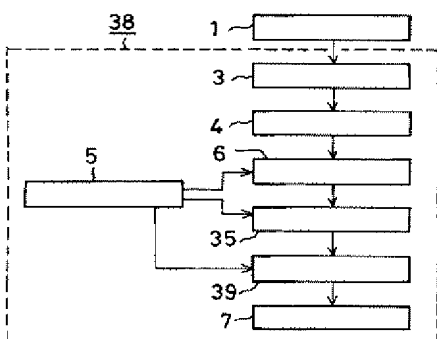
【図 13】



【図 14】



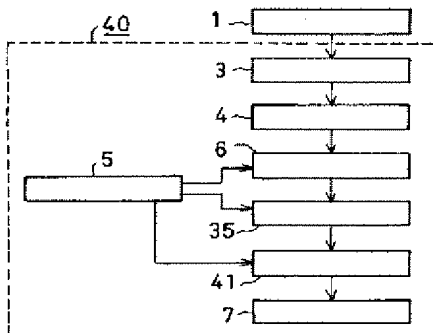
【図 15】



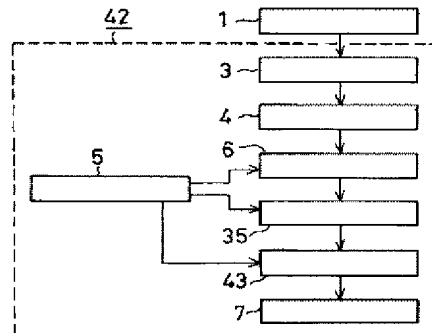
【図10】

| 調査<br>ポイント | 調査リスト      | 競合状態<br>グループ | 調査完了<br>状態          | 上流の記録・登録                                     |
|------------|------------|--------------|---------------------|--|
| A          | A          |              |                     |  |
| A→C        | A, C       |              |                     |  |
| C→G        | A, C, G    |              |                     |  |
| G→C        | A, C       |              | COND(1)=G           | Cの上流としてCOND(1)を記録                            |
| C→A        | A          |              | COND(2)=C           | COND(2)の上流としてCOND(1)を登録<br>Aの上流としてCOND(2)を記録 |
| A→D        | A, D       |              |                     |  |
| D→E        | A, D, E    |              |                     |  |
| E          | A, D, E    |              |                     | Eの上流としてCOND(1)を登録                            |
| E→F        | A, D, E, F |              |                     |  |
| F          | A, D, E, F | D, E, F      |                     |  |
| F→E        | A, D, E, F |              |                     |  |
| E→D        | A, D, E, F |              |                     |  |
| D→A        | A          |              | COND(3)=<br>D, E, F | COND(3)の上流としてCOND(1)を登録<br>Aの上流としてCOND(3)を記録 |
| A          |            |              | COND(4)=A           | COND(4)の上流としてCOND(2)及び<br>COND(3)を登録         |

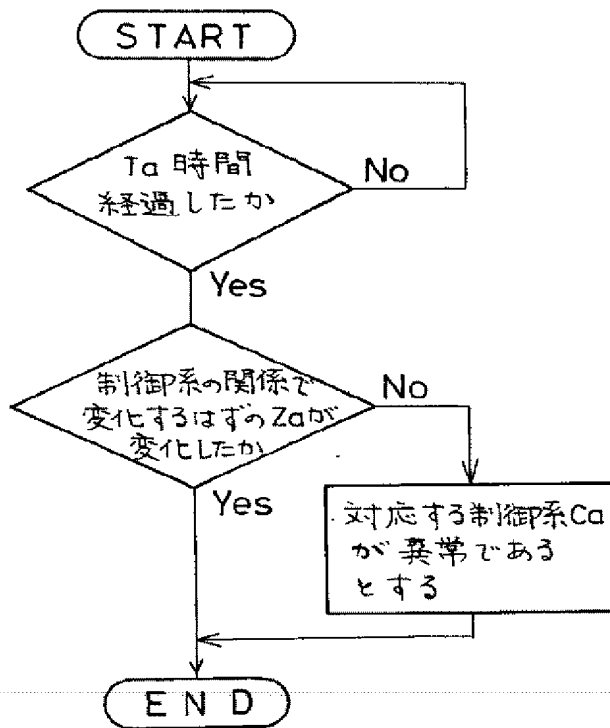
【図17】



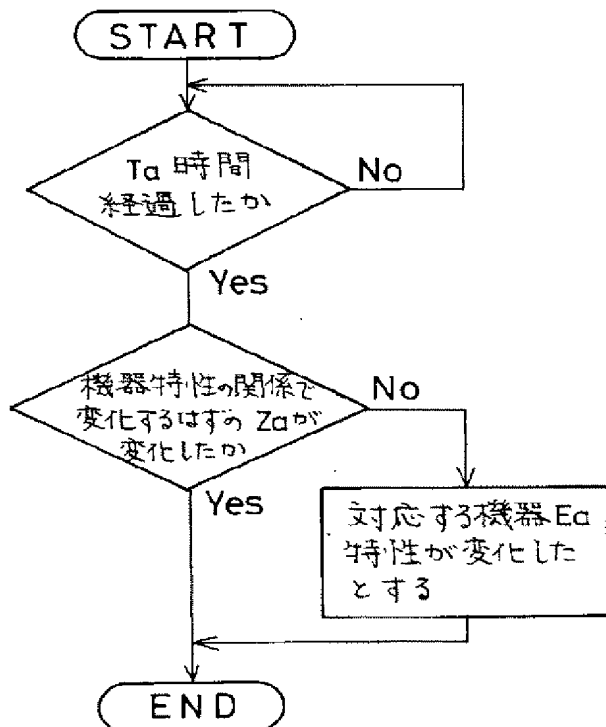
【図19】



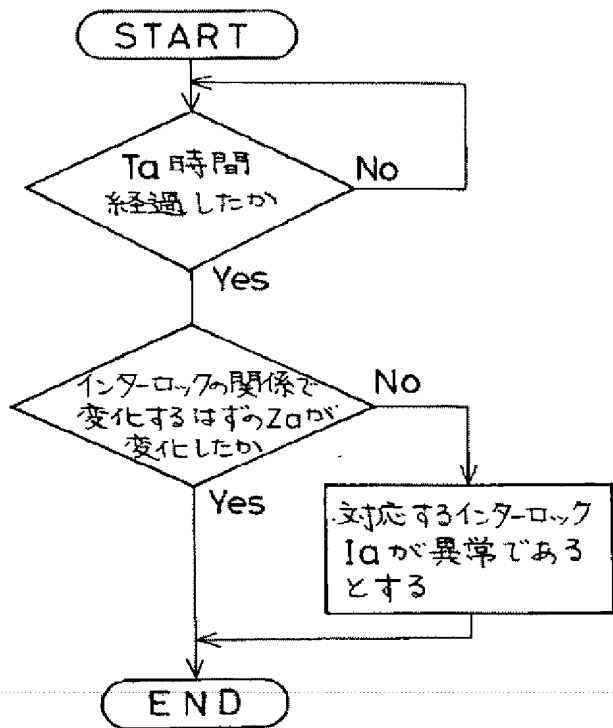
【図16】



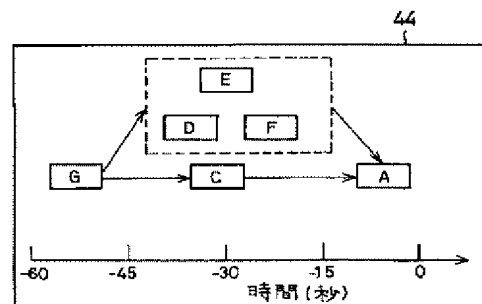
【図20】



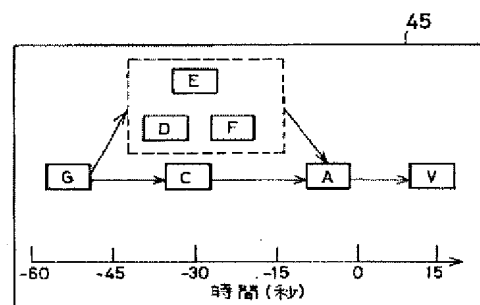
【図18】



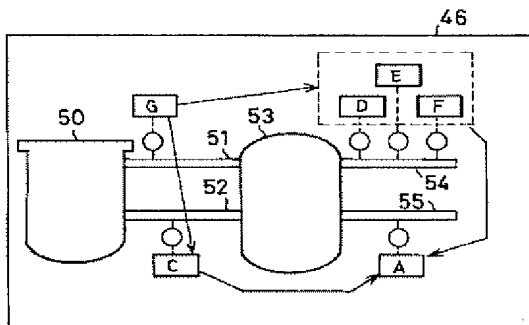
【図21】



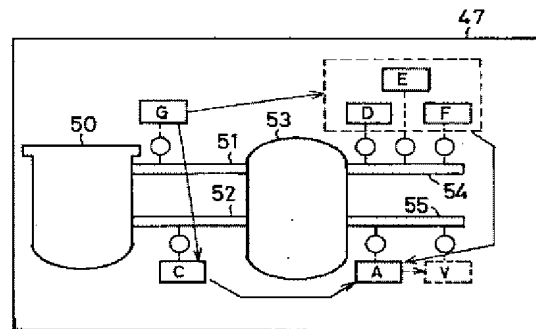
【図22】



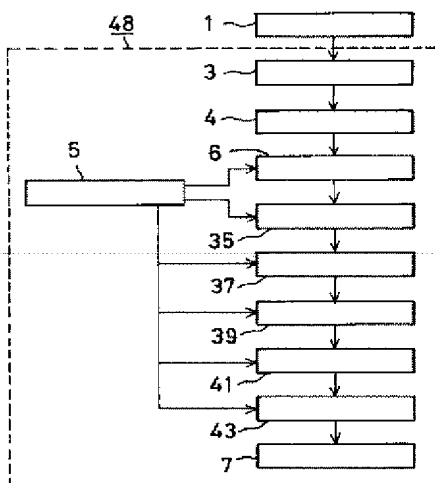
【図 23】



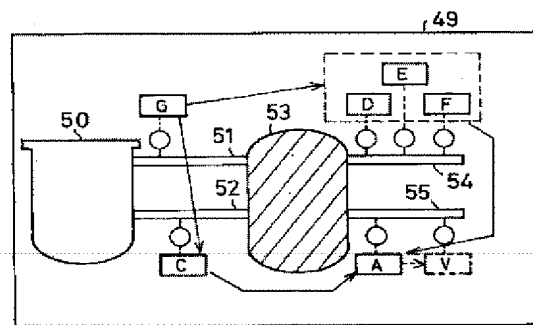
【図 24】



【図 25】



【図 26】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G 2 1 D 3/00

識別記号

序内整理番号

F I

G 2 1 D 3/00

技術表示箇所

B